

## 透孔検査方法および装置

## 5 技術分野

本発明は透孔検査方法および装置に係り、特に直径数十ミクロンの微細な透孔が配列されたワークの透孔異同や透孔内異物の有無を検査するのに好適な方法と装置に関する。

## 10 背景技術

従来、直径が数十～数百ミクロンといった透孔に対し、正しい数だけ開口されているか、透孔のサイズは均一か、あるいは内部に異物が入っていないか等の検査が一般的に行われる。この種の検査方法は、通常光学的な手法が用いられ、例えば、透孔が形成されているワークの検査面を顕微鏡を通じてエリアセンサカメラで撮像し、画像処理装置によって基準値との比較をなして良否判定を行うようにしている。しかし、上記従来例では、画像処理装置の他に、オートフォーカスユニット、顕微鏡、または電子線が必要となり、透孔1個毎、または高倍率な拡大画像による検査を行っていた。

ところが、上記従来の方法では、透孔の数が多くなると、検査時間がかかりすぎてしまうという問題がある他、高倍率な画像取込みを行なう場合、装置の機械精度的な要求事項が厳しくなり、制作費が高くなる。すなわち、焦点深度が狭くなるため、オートフォーカス、カメラZ軸の自動制御機構が必要となり、視野範囲が狭くなるため、テーブルの高い位置決め精度が要求されるからである。

また、透孔内の異物検査を行う場合、従来のエリアセンサカメラを用いた撮像方法では、画素数が限られてしまうため分解能に限界があり、特に異物が透光性の場合にはその識別が極めて困難となってしまうため、不良品を良品として誤検出する可能性がある。

本発明は、上記従来の問題点に着目し、透孔検査の良否判別を低コストで精度

良く判定できる透孔検査方法および装置を提供することを目的とする。

#### 発明の開示

上記目的を達成するために、本発明に係る透孔検査方法は、透孔を有するワークの一方から光を照射し、他方から複数の撮像素子を有するセンサカメラにより撮像して透過光を検出する検査方法であって、前記センサカメラによる撮像焦点を前記ワーク表面に対してずらして撮像することによって検査することを特徴とする。

本発明は上記により、前記透孔からの透過光を前記センサカメラにて撮像可能としつつ、検出透孔に対して前記センサカメラによる撮像焦点をずらして撮像することにより透過光の撮像面積を拡大して検査するようにしたので、加工透孔の同一性判定や、透孔内異物の有無の検出に極めて有効に安定した高い精度での検査が可能となる。

また、複数の透孔を有するワークの一方から光を照射し、他方から複数の撮像素子を有するセンサカメラにより透過光を撮像して検査する際、前記センサカメラの焦点をワーク表面からずらして撮像することによって得られた透孔に対応する撮像面積を比較することにより前記透孔の異同または透孔内異物検査をなすように構成してもよい。

これらの場合において、前記センサカメラにラインセンサカメラを用い、前記ワークと相対的に平行移動することにより撮像することが望ましい。

また、これらの場合において、前記センサカメラによる撮像焦点を前記ワーク表面からずらして撮像することによって、透過光の撮像面積を拡大して撮像することが好ましい。

更に、本発明に係る透孔検査装置は、透孔を有するワークが設置されるテーブルを挟んで光源と複数の撮像素子を有するセンサカメラとを配置する透孔検査装置であって、前記センサカメラが、前記透孔からの透過光を撮像可能であり、前記センサカメラの撮像焦点が前記ワーク表面からずれた位置となるよう、前記センサカメラと前記ワーク表面の相対位置が設定されて、前記センサカメラによる

撮像信号を入力し撮像面積の比較処理をなす画像処理手段を備えてなることを特徴とする。

また、前記テーブルは平行移動テーブルとし、前記センサカメラはラインセンサカメラとして構成すればよい。

5

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、実施形態に係る透孔検査装置による検査原理を示すセンサカメラの配置構成(同図(1))と取り込み画像データ例(同図(2))である。図 2 は、比較例に係るセンサカメラの配置構成(同図(1))と取り込み画像データ例(同図(2))  
10 である。図 3 は、実施形態に係る透孔検査装置の構成ブロック図である。図 4 は、図 3 の斜視図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明に係る透孔検査方法および装置の具体的実施の形態を図面を参  
15 照して詳細に説明する。この実施形態は複数の透孔が形成されているワークを検査対象とし、透孔内の異物検査をなす場合について適用した例である。

図 3 は実施形態に係る透孔検査装置の構成を示すブロック図であり、図 4 は装置の主要部構成の斜視図である。これらに図示したように、基本的には、複数の透孔を列状に配列した平板状のワーク 10 の下面部に光源 12 を配置して裏面から透孔に向けて光を照射し、一方、ワーク 10 の上面部側に複数の撮像素子を有するセンサカメラを配置して、当該センサカメラにより透孔を視野において、透孔からの透過光を撮像素子が受光することにより、透過光に応じた画像を取得できるように構成している。したがって、ワーク 10 に対して、一方平面側からの光源 12 の照射によって、前記光源 12 の反対側に置かれたセンサカメラにより  
20 透過平面画像を撮像して画像を取り込むことができる。すなわち、透孔内に異物があった場合、異物によって光が遮られ、受光面積値が小さくなるという特性を利用して異物検出を行なっている。なお、図示の例では、3 個のワーク 10 を同時に検査するようになっており、このため、光源 12 とセンサカメラが 3 対設け  
25

られている。

実施形態では、上記センサカメラとして、複数のCCD素子を直列に配置して視野幅に対して5000画素程度とされたラインセンサカメラを用いて画像取込みをなすようにしている。このようなラインセンサカメラ14を用いることにより分解能が高くなり、1画素当たりの分解能が約3 $\mu$ mまで向上させることができる。ラインセンサカメラ14はワーク10と相対的に平行移動させることで平面画像を取り込むことができるため、ワーク10をXYテーブル16に搭載して撮像素子列と直行する方向に移動させて、スキャンさせるものとしている。

XYテーブル16の定位置にワーク10を配置するため、ワーク10を挟み込む固定治具18が用いられ、これは下治具18Dと上治具18Uとからなり、適当な固定手段によりテーブル上の定位置に固定治具18を位置決め固定させている。この固定治具18にはワーク10の透孔列に対応するスリット20を形成して透過光をこのスリット20を通じてラインセンサカメラ14により取り込むものとし、併せて、XYテーブル16の下方に配置されている光源12もライン状の照明をなす構成としている。そして、テーブル下面部には拡散板22が取り付けられ、光源12からの光強度のムラを緩和させて均一に透孔列に光を照射させている。

上記構成により、ワーク10をXYテーブル16の移動により、ラインセンサカメラ14のCCD素子が透孔列からの透過光を受光して撮像することができるが、この画像データは画像処理手段24に入力され、ここで透孔内異物の有無を判別するようにしている。この画像取込みのために、本実施形態では、ラインセンサカメラ14の焦点位置を前記ワーク10表面位置に一致させず、ワーク表面位置からずらして設定している。すなわちラインセンサカメラ14の位置をワーク10の透孔に対して、焦点距離Lよりも長く( $L+\alpha$ )設定して透過光の撮像面積を見掛け上拡大するようにしている。この原理図を図1に、比較例を図2に示す。まず、ラインセンサカメラ14は複数のCCD素子が直線状に配列したセンサ本体26と、接写リング部28、および光学レンズ30を備えている。一般的にセンサカメラを設定する場合は、図2(1)に示すように接写リング28の

調整によりワーク10に穿設されている透孔32の開口面に焦点が一致するように（焦点距離L）配置し、透孔32の開口サイズに一致する画像を取り込むようにしている。しかし、本実施形態では、図1（1）に示しているように、カメラのZ軸調整手段、例えば接写リングの操作により、焦点位置がワーク10の表面位置よりも上方（センサ側）にあるように、設定している。これにより、取込み画像は焦点を合わせた状態では、透孔内異物によって透過光が遮蔽された領域が図2（2）に示すように例えば2画素の面積分として検出されるが、本実施形態の場合には、図1（2）に示すように8画素の面積分として検出することができる。これは、いわゆるピンントを合わせた状態では透孔32の開口部分での透過光のみが検出される。しかし、ピンントをぼかした実施形態の場合には単位面積当たりの光強度は低下するが、取込み画像における透孔32を通じて受光される面積値は大きくなり、同様に異物に対応する面積が見掛け上大きくなるためである。したがって、このように構成することで、測定値すなわち透過光量面積値Xは、次式のように表すことができる。

15

$$X = (S - \alpha) \beta$$

但し、Sは透孔32の面積値、 $\alpha$ は異物面積値、 $\beta$ はピンントぼかし効果による面積拡大率（ $\beta > 1$ ）である。 $\beta = 1$ のときはピンントがワーク表面に合っている場合である。

20

このように積極的にラインセンサカメラ14の焦点位置をワーク10の透孔32に一致させずにずらした状態とし、ピンントをぼかすことにより撮像画像が見掛け上拡大し、これによって異物の検出能力が大きくなる。したがって、異常の無い透孔32を有するワーク10を対象としてピンントをぼかした状態で撮像した面積データを基準値として記憶させておき、同じピンントぼかし状態で測定画像の面積データと比較することにより、異物の有無での透孔32の特徴差が大きくなり、異物検出能力を大幅に向上することができる。

25

また、基準ワークのデータとの比較を行わず、列状に複数配列された透孔32との間で見掛け上拡大した画像データの面積差を求め、その大小関係により異

物の有無を判定することもできる。このようにすると、個々のワーク10の固体差による誤検出を防止することができる。更に、透孔32の内部異物の検査以外に、複数の透孔32の同一性判別も可能となる。

- 上記実施形態ではセンサカメラとしてラインセンサカメラを用いた例を示したが、この検査方法には、エリアセンサすなわち通常のCCDカメラを用いて判定することも可能である。これはビントをぼかして撮像画像を見掛け上拡大する処理をしているため、解像度の低いセンサを用いても良好な判定を行なうことができるためである。もちろん、CCD素子以外に撮像素子としてCMOS半導体を用いたセンサによって撮像する場合にも適用できる。
- 10 以上説明したように、実施形態に係る透孔検査方法および装置によれば、焦点を検査対象物からずらしてビントをぼかして検出するため、透孔を通じて受光される面積を表示する画素数を大幅に増加させることができ、実際よりも大きい面積差で良品透孔と不良品透孔の判定を確実に行なわせることができる。したがって、異物としては有色系のみならず、透明異物までもが検出できる。これまで検
- 15 出が困難であった透孔内の透明異物が存在していても、透明異物による減光量の面積値の差を大きくして表示判定させることができるため、その存在による不良判定を確実に行なうことができるのである。検出できる透明異物の大きさ(面積)は、透孔面積値に対して15%以上の大きさである。なお、有色系の異物であれば、更に微小なサイズの異物も検出可能である。
- 20 また、ビントをぼかすことによって、異物検査条件が厳格になり、ワークや画像取込み毎に透孔面積値にバラツキが生じ、単純に透孔面積値で良否判定の閾値を設定した場合、誤検出、検出漏れが発生する危険性があったが、隣接する透孔面積値を比較する処理を行なわせることにより、安定した検査が可能となる。

## 請求の範囲

1. 透孔を有するワークの一方から光を照射し、他方から複数の撮像素子を有するセンサカメラにより撮像して透過光を検出する検査方法であって、前記センサカメラによる撮像焦点を前記ワーク表面に対してずらして撮像することによって検査することを特徴とする透孔検査方法。

2. 複数の透孔を有するワークの一方から光を照射し、他方から複数の撮像素子を有するセンサカメラにより透過光を撮像して検査する際、前記センサカメラの焦点をワーク表面からずらして撮像することによって得られた透孔に対応する撮像面積を比較することにより前記透孔の異同または透孔内異物検査をなすことを特徴とする透孔検査方法。

3. 前記センサカメラにラインセンサカメラを用い、前記ワークと相対的に平行移動することにより撮像することを特徴とする請求項1または2に記載の透孔検査方法。

4. 前記センサカメラによる撮像焦点を前記ワーク表面からずらして撮像することによって、透過光の撮像面積を拡大して撮像することを特徴とする請求項1または2に記載の透孔検査方法。

5. 透孔を有するワークが設置されるテーブルを挟んで光源と複数の撮像素子を有するセンサカメラとを配置する透孔検査装置であって、

前記センサカメラが、前記透孔からの透過光を撮像可能であり、

前記センサカメラの撮像焦点が前記ワーク表面からずれた位置となるよう、前記センサカメラと前記ワーク表面の相対位置が設定されて、

前記センサカメラによる撮像信号を入力し撮像面積の比較処理をなす画像処理手段を備えてなることを特徴とする透孔検査装置。

6. 前記テーブルは平行移動テーブルとし、前記センサカメラはラインセンサカメラとして構成されていることを特徴とする請求項5に記載の透孔検査装置。

Copyright © 2011, JST, Inc. All rights reserved.



透孔検査の良否判別を低コストで精度良く判定できる透孔検査方法および装置である。

- 5 透孔を有するワークが設置されるテーブルを挟んで光源と複数の撮像素子を有するセンサカメラとを配置する。前記透孔からの透過光を前記センサカメラにて撮像するが、前記センサカメラはその焦点位置を前記ワーク表面位置からずらして設定して透過光の撮像面積を見掛け上拡大させるように設定する。